



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 48 706 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 16 H 61/40  
B 60 K 17/10

21 Aktenzeichen: 196 48 706.4  
22 Anmeldetag: 25. 11. 96  
43 Offenlegungstag: 4. 6. 98

DE 196 48 706 A 1

71 Anmelder:  
Danfoss A/S, Nordborg, DK  
74 Vertreter:  
U. Knoblauch und Kollegen, 60320 Frankfurt

72 Erfinder:  
Hansen, Gunnar, Soenderborg, DK; Winterskov,  
Carl Chr., Nordborg, DK; Pedersen, Jan Maiboell,  
Soenderborg, DK

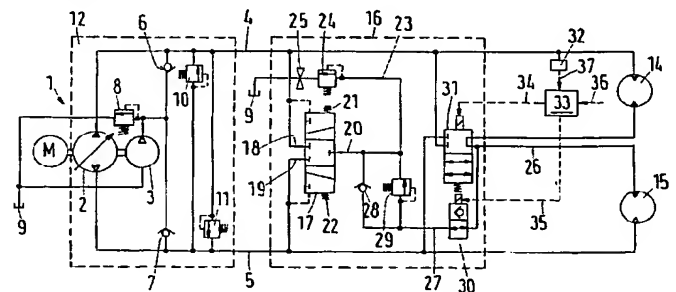
56 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 11 48 882  
DE-AS 10 23 342  
DE-OS 22 49 743  
JP 05-60 236 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hydraulische Schaltung für einen Fahrzeugantrieb mit zwei Hydromotoren

57 Eine hydraulische Schaltung für einen Fahrzeugantrieb weist zwei Hydromotoren (14, 15) und eine Pumpenanordnung (1) auf. Zum Zweck des verbesserten Bremsens gibt es einen Drucksensor (32), der den Rücklaufdruck mißt. Ein Schaltventil (31) schaltet die Hydromotoren (14, 15) vom Reihenbetrieb auf Parallelbetrieb, wenn der Rücklaufdruck einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Eine Druckkompensationsleitung (27) ist zum Ableiten von rücklaufseitiger Druckflüssigkeit geöffnet. Hierdurch wird eine schlagartige Bremsung verhindert.



DE 196 48 706 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulische Schaltung für einen Fahrzeugantrieb mit zwei Hydromotoren, die über eine als Vorlaufleitung und eine als Rücklaufleitung dienende Motorleitung mit einer Pumpenanordnung verbunden und mittels eines Schaltventils wahlweise in Reihe oder parallel schaltbar sind, wobei von der Verbindungsleitung, die im Reihenbetrieb die beiden Hydromotoren verbindet, eine Druckkompensationsleitung abgeht.

Eine solche Schaltung ist aus DE-AS 11 48 882 bekannt. Die Pumpenanordnung weist eine Speisepumpe und eine Nachfüllpumpe auf. Die Motorleitungen können wahlweise als Vorlaufleitung und Rücklaufleitung verwendet werden. Die Druckkompensationsleitung geht von einem Anschluß des als Drehschieber ausgebildeten Schaltventils aus, der im Reihenbetrieb mit der Verbindungsleitung zwischen den beiden Hydromotoren verbunden und im Parallelbetrieb abgesperrt ist. Tritt bei Reihenbetrieb infolge Kurvenfahrt in der Verbindungsleitung zwischen den Hydromotoren Kavitation auf, so kann Druckflüssigkeit aus der Rücklaufleitung über ein federbelastetes Rückschlagventil in die Verbindungsleitung eingespeist werden. Tritt dagegen Überdruck auf, kann dieser über ein federbelastetes Rückschlagventil in die Rücklaufleitung und außerdem über ein weiteres federbelastetes Rückschlagventil in den Behälter abgeleitet werden.

Der Fahrer eines mit diesem Antrieb ausgestatteten Fahrzeugs wählt durch Betätigen des Schaltventils einen Geschwindigkeitsbereich, nämlich eine höhere Geschwindigkeit bei Reihenbetrieb und eine geringere Geschwindigkeit bei Parallelbetrieb, und durch Veränderung des Fördervolumens der Speisepumpe eine bestimmte Geschwindigkeit innerhalb des gewählten Bereichs. Eine Bremsung ergibt sich, wenn die Fördermenge der Speisepumpe unter den der augenblicklichen Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Wert verringert wird (DE-AS 10 23 342). Zum Bremsen braucht daher der Fahrer lediglich den Fuß vom Gaspedal abzuheben. In der Praxis hat es sich allerdings häufig gezeigt, daß der Fahrer beim Bremsvorgang nach vorn geschleudert und das Fahrzeug in eine Schiefelage gezogen wird.

Aus Patent Abstracts of Japan 05060236A ist eine hydraulische Schaltung für einen Fahrzeugantrieb bekannt, bei der eine einzelne Pumpe zwei Hydromotoren antreibt, die mittels eines Schaltventils wahlweise in Reihe oder parallel geschaltet werden können. Wenn bei Parallelbetrieb der eine Motor durchdreht, erfolgt in Abhängigkeit vom Vorlaufdruck und vom Rücklaufdruck eine Umschaltung auf den Reihenbetrieb, um eine Differentialsperrfunktion zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Schaltung der eingangs beschriebenen Art anzugeben, die ein verbessertes Bremsverhalten hat.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Drucksensor den Rücklaufdruck mißt, daß das Schaltventil von Reihenbetrieb auf Parallelbetrieb schaltet, wenn der Rücklaufdruck einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, und daß die Druckkompensationsleitung zum Ableiten von rücklaufseitiger Druckflüssigkeit geöffnet ist.

Wenn die Fördermenge der Speisepumpe plötzlich auf Null zurückgeführt wird, beispielsweise durch Abheben des Fußes vom Pedal, drehen sich die Hydromotoren aufgrund der Trägheit des sich bewegenden Fahrzeugs weiter. Es ergibt sich eine plötzliche Druckerhöhung in der Rücklaufleitung und – bei Reihenbetrieb – mit einer kurzen Verzögerung auch in der Verbindungsleitung zwischen den beiden Hydromotoren. Dies führt zum Blockieren der angetriebenen Räder, zum ruckartigen Stillstand und wegen der Pha-

senverschiebung zu einer Schiefelage des Fahrzeugs. Erfindungsgemäß wird beim Bremsvorgang, der mittels des Rücklaufdrucks festgestellt wird, das Schaltventil automatisch in die Parallelbetriebsstellung gebracht, so daß Druckflüssigkeit aus der Rücklaufleitung über das Schaltventil zusammen mit Druckflüssigkeit aus der Verbindungsleitung über die geöffnete Druckkompensationsleitung abgeleitet wird. Dies bedeutet, daß das Fahrzeug nicht plötzlich zum Stillstand kommt, sondern allmählich, wobei der Bremsweg durch die Menge der abgeleiteten Druckflüssigkeit, die durch die Auslegung der Schaltung vorgegeben werden kann, bestimmt ist. Insbesondere kann man eine sanfte allmähliche Abbremsung mit einem für den Fahrer guten Komfort schaffen. Da beide Hydromotoren von der gleichen Druckdifferenz beaufschlagt werden, ergibt sich ein selbsttätiger Bremsausgleich und daher keine Schiefelage des Fahrzeugs beim Bremsen. Ein solches Bremssystem ist besonders vorteilhaft für Hydromotoren mit fester Verdrängung. Von Wichtigkeit ist es auch, daß als Druckkompensationsleitung eine Leitung verwendet werden kann, die schon aus anderen Gründen vorgesehen sein kann und daß alle erforderlichen Bauteile als Standardkomponenten in der Hydraulik zur Verfügung stehen.

Wenn die Druckkompensationsleitung im Parallelbetrieb auch bei normaler Fahrt geöffnet wäre, ergäben sich Verluste. Diese können auf einfache Weise durch ein Sperrglied vermieden werden, das die Druckkompensationsleitung im Parallelbetrieb zumindest in Ableitrichtung sperrt, wenn der Rücklaufdruck kleiner als der vorgegebene Grenzwert ist, und öffnet, wenn der Rücklaufdruck größer als der vorgegebene Grenzwert ist. Die Abhängigkeit vom Rücklaufdruck stellt sicher, daß Sperrglied und Schaltventil gleichzeitig betätigt werden.

Zweckmäßigerweise öffnet das Sperrglied die Druckkompensationsleitung im Reihenbetrieb. Für den Reihenbetrieb sind Druckkompensationen, die Kavitation und Überdruck in der Verbindungsleitung zwischen den beiden Hydromotoren verhindern, bekannt. Diese können daher weiterhin wirksam bleiben.

Dies kann insbesondere dadurch geschehen, daß die Druckkompensationsleitung die Parallelschaltung eines ersten Ventils, das bei Überdruck in der Verbindungsleitung in Ableitrichtung öffnet, und eines zweiten Ventils, das bei Kavitation in der Verbindungsleitung in Gegenrichtung öffnet, aufweist und im Normalbetrieb über ein Richtungsventil mit der rücklaufseitigen Motorleitung verbunden ist.

Mit besonderem Vorteil ist dafür gesorgt, daß die Druckkompensationsleitung über eine Ablaufleitung, die eine Drosselblende aufweist, mit einem Behälter verbunden ist. Durch die Drosselblende wird die Ableitmenge der Druckflüssigkeit festgelegt.

Insbesondere kann die Drosselblende auswechselbar sein. Sie kann daher der Pumpengröße und dem Fahrzeug angepaßt werden. Ein schweres Fahrzeug fordert zum Beispiel eine größere Blende, da es um eine größere Durchflußmenge geht.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist dafür gesorgt, daß die Druckkompensationsleitung über ein Richtungsventil mit der vorlaufseitigen Motorleitung verbindbar ist, wenn der Rücklaufdruck den Vorlaufdruck übersteigt. Hierdurch bleibt zumindest ein Teil der abgeleiteten Druckflüssigkeit im System, was die Verluste minimiert.

Günstig ist es hierbei, daß in Reihe mit der Drosselblende ein Ablaufventil angeordnet ist, das bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzdrucks öffnet. Die Verbindung der Druckkompensationsleitung mit dem Behälter wird daher nur bei höheren Drücken geöffnet, so daß die Ablaufleitung bei der normalen Druckkompensation unwirksam ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die einzige Zeichnung zeigt eine hydraulische Schaltung gemäß der Erfindung.

Ein Motor M, insbesondere ein Verbrennungsmotor, treibt eine Pumpenanordnung 1 an, die eine Speisepumpe 2 mit einstellbarer Druckflüssigkeitsmenge und eine Nachfüllpumpe 3 aufweist. Die Speisepumpe 2 arbeitet beispielsweise mit veränderbarer Verdrängung und besitzt eine durch ein Pedal verstellbare Schrägscheibe zur Veränderung des Kolbenhubs. Sie ist zwischen zwei Motorleitungen 4 und 5 geschaltet. Die Druckseite der Nachfüllpumpe 3 ist über ein zur Motorleitung 4 hin öffnendes Rückschlagventil 6 mit der Motorleitung 4 und über ein zur Motorleitung 5 hin öffnendes Rückschlagventil 7 mit der Motorleitung 5 verbunden. Ein Druckhalteventil 8 ist zwischen die Druckseite der Nachfüllpumpe 3 und einen Behälter 9 geschaltet. Dieser Behälter 9 steht auch mit der Saugseite der Nachfüllpumpe 3 in Verbindung. Zwei antiparallel geschaltete Überdruckventile 10 und 11 sind zwischen die beiden Motorleitungen 4 und 5 geschaltet, um die Druckdifferenz zwischen diesen beiden Leitungen zu begrenzen. Die bisher beschriebenen Bauelemente befinden sich in einem Pumpenblock 12.

Zwei Hydromotoren 14 und 15 bilden eine Reihenschaltung, welche über die Motorleitungen 4 und 5, die teilweise als Vorlauf- und Rücklaufleitung verwendet werden, versorgt wird. Zwischen diese Reihenschaltung und den Ventilblock 12 ist ein Ventilblock 16 geschaltet. Dieser enthält ein Richtungsventil 17, das einen mit der Motorleitung 4 verbundenen ersten Anschluß 18, einen mit der Motorleitung 5 verbundenen zweiten Anschluß 19 und einen dritten Anschluß 20 aufweist. Durch zwei Neutralstellungsfedern 21 und 22 ergibt sich eine Neutralstellung, in der die Anschlüsse voneinander getrennt sind. Überwiegt der Druck in der Motorleitung 4, werden die Anschlüsse 19 und 20 miteinander verbunden; überwiegt der Druck in der Motorleitung 5, werden die Anschlüsse 18 und 20 miteinander verbunden. Außerdem ist der Anschluß 20 über eine Ablaufleitung 23 mit einem Ableitventil 24, das bei einem vorgegebenen Grenzdruck öffnet, und einer austauschbaren Drosselblende 25 mit dem Behälter 9 verbunden. Ferner gibt es zwischen dem Anschluß 20 und der Verbindungsleitung 26 zwischen beiden Hydromotoren 14 und 15 eine Druckkompensationsleitung 27, die ein Ventil 28, nämlich ein Rückschlagventil, das bei Kavitation in der Verbindungsleitung 26 in Zuflußrichtung öffnet, und ein antiparallel geschaltetes Ventil 29, nämlich ein bei einem vorgegebenen Referenzdruck öffnendes Überdruckventil, das bei Überdruck in der Verbindungsleitung 26 in Ableitrichtung öffnet, aufweist. Die Druckkompensationsleitung 27 schließt an denjenigen Teil der Verbindungsleitung 26 an, der bei Parallelbetrieb mit der rücklaufseitigen Motorleitung 4 verbunden wird. Ferner enthält die Druckkompensationsleitung 27 noch ein Sperrventil 30, das in der veranschaulichten Stellung den Durchgang freigibt und ihn in der anderen Stellung in Ableitrichtung sperrt. Schließlich umfaßt der Ventilblock 16 noch ein Schaltventil 31, das in der veranschaulichten Schaltstellung die Hydromotoren 14 und 15 in Reihe und in der anderen Schaltstellung parallel zueinander schaltet.

Ein Drucksensor 32 mißt den Druck in der Motorleitung 4, von der zum Zweck der Beschreibung angenommen wird, daß sie bei Vorwärtsfahrt die Rücklaufleitung ist. Ein Steuergerät 33, das über eine Signalleitung 34 das Schaltventil 31 und über eine Signalleitung 35 das Sperrventil 30 betätigt, besitzt einen ersten Eingang 36 zum Umschalten zwischen Parallelbetrieb und Reihbetrieb während der normalen Fahrt und einen zweiten Eingang 37, dem das Rücklaufdruck-Signal vom Drucksensor 32 zugeführt wird.

Die veranschaulichte Schaltung kann beispielsweise verwendet werden, um mit Hilfe der Hydromotoren 14 und 15 zwei Räder eines drei- oder vierrädrigen Fahrzeugs anzutreiben, wobei das Fahrzeug noch weitere hydraulisch betätigte Gerätschaften aufweist, sei es in Form einer Multimaschine, die mit verschiedenen Werkzeugen bestückt werden kann, sei es in Form einer Spezialmaschine, die einem einzigen Zweck, beispielsweise als Grasschneider, dient.

Es sind drei Betriebszustände möglich.

### 1. Normale Fahrt im Reihbetrieb

Hierbei haben das Sperrventil 30 und das Schaltventil 31 die in der Zeichnung veranschaulichte Stellung. Wenn die beiden Hydromotoren 14 und 15 das linke und das rechte Rad eines Radpaares eines Fahrzeugs antreiben, kann bei einer Kurvenfahrt, bei der das eine Rad schneller als das andere dreht, in der Verbindungsleitung 26 entweder Kavitation oder Überdruck auftreten. Bei Kavitation wird Druckflüssigkeit von der rücklaufseitigen Motorleitung 4 über das druckabhängige Richtungsventil 17, das Rückschlagventil 28 der Druckkompensationsleitung 27 und das Sperrventil 30 der Verbindungsleitung 26 zugeführt. Bei Überdruck wird Druckflüssigkeit von der Verbindungsleitung 26 über das Sperrventil 30, das Überdruckventil 29 der Druckkompensationsleitung 27 und das Richtungsventil 17 zur rücklaufseitigen Motorleitung 4 abgeführt.

### 2. Normale Fahrt bei Parallelbetrieb

Bei dieser Betriebsweise sind sowohl das Schaltventil 31 als auch das Sperrventil 30 in ihrer zweiten Schaltstellung. Die beiden Hydromotoren 14 und 15 sind mit der gleichen Druckdifferenz beaufschlagt. Bei Kurvenfahrt ergibt sich ein interner Ausgleich der Durchflußmengen der beiden Hydromotoren. Eine Druckkompensation ist unnötig; daher ist die Druckkompensationsleitung 27 zur Vermeidung von Verlusten abgeschaltet.

### 3. Bremsbetrieb

Beim Bremsbetrieb wird die Fördermenge der Speisepumpe 2 vom Fahrer auf Null zurückgesetzt. Die Speisepumpe 2 bildet daher ein Sperrglied, während die Hydromotoren 14 und 15 aus Trägheitsgründen weiterlaufen. Dies führt zu einem Druckanstieg in der rücklaufseitigen Motorleitung 4 und bei Reihbetrieb mit einer kleinen Verzögerung auch in der Verbindungsleitung 26. Der Druckanstieg in der rücklaufseitigen Motorleitung 4 wird vom Drucksensor 32 erfaßt. Das Steuergerät 33 gibt einen Schaltbefehl an das Schaltventil 31 ab, das in die Parallelbetriebs-Stellung geht oder in dieser verbleibt. Gleichzeitig erhält das Sperrventil 30 einen Steuerbefehl, aufgrund dessen es in die veranschaulichte Durchgangsstellung geschaltet wird oder in dieser verbleibt. Nun ist die rücklaufseitige Motorleitung 4 über das Schaltventil 31 und die Verbindungsleitung 26 mit der Druckkompensationsleitung 27 verbunden. Aus der rücklaufseitigen Motorleitung 4 und der Verbindungsleitung 26 wird Druckflüssigkeit über die Druckkompensationsleitung 27 und das Ventil 29 abgeleitet. Ein Teil der abgeleiteten Druckflüssigkeit geht über die Ablaufleitung 23 mit dem Ventil 24 und der Drosselblende 25 in den Behälter 9. Ein anderer Teil geht über das Richtungsventil 17 zurück in die vorlaufseitige Motorleitung 5. Dies ergibt sich, weil der Rücklaufdruck den Vorlaufdruck übersteigt und daher das Richtungsventil 17 eine entsprechende Stellung einnimmt. Durch das Ableiten der Druckflüssigkeit wird ein plötzlicher Stillstand vermieden. Es ergibt sich ein weitgehend definier-

ter Bremsweg mit allmählicher Geschwindigkeitsverringern.

Bei einem Ausführungsbeispiel hatten die auf Referenzdrücke ansprechenden Ventile die folgende Einstellung:

Druckhalteventil 8	20 bar	5
Druckbegrenzungsventile 10, 11	170 bar	
Richtungsventil 17	2 bar	
Ablaufventil 24	15 bar	
Überdruckventil 29	85 bar	10

Versuche haben gezeigt, daß der Referenzdruck des Überdruckventils 29 nicht geringer sein sollte als der halbe maximale Betriebsdruck. Er kann aber auch bis zum vollen maximalen Betriebsdruck eingestellt werden.

Der vorgegebene Grenzwert, bei dem der Drucksensor 32 anspricht, kann beispielsweise 20 bar betragen. Ohne die vorgenommene Kompensation würde der Rücklaufdruck während der Abbremsung Werte im Bereich des vollen Vorlaufdrucks annehmen, also beispielsweise bis 170 bar.

Bei dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel bleibt ein großer Teil der Druckflüssigkeit im Kreislauf, da nur eine gewisse Menge in den Behälter zurückläuft. Diese Menge bestimmt im wesentlichen die Bremsstrecke des Fahrzeugs. Durch den Einbau einer Drosselblende 25 mit einem Lochdurchmesser von 1,5 mm erreicht man bei 25 km/h eine Bremsstrecke von 2,5 bis 3 m, wobei der Druckverlust über der Drosselblende 8 bar beträgt.

Das veranschaulichte Richtungsventil kann auch einen anderen Aufbau haben. Beispielsweise können zwei federbelastete Rückschlagventile zwischen den beiden Motorleitungen 4, 5 in Reihe geschaltet sein, je zu einer Motorleitung hin öffnen und außerdem von der Druckdifferenz zwischen den beiden Motorleitungen belastet sein. Der Anschluß 20 befindet sich dann zwischen den beiden Rückschlagventilen.

#### Patentansprüche

1. Hydraulische Schaltung für einen Fahrzeugantrieb mit zwei Hydromotoren, die über eine als Vorlaufleitung und eine als Rücklaufleitung dienende Motorleitung mit einer Pumpenanordnung verbunden und mittels eines Schaltventils wahlweise in Reihe oder parallel schaltbar sind, wobei von der Verbindungsleitung, die im Reihbetrieb die beiden Hydromotoren verbindet, eine Druckkompensationsleitung abgeht, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Drucksensor (32) den Rücklaufdruck mißt, daß das Schaltventil (31) von Reihbetrieb auf Parallelbetrieb schaltet, wenn der Rücklaufdruck einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, und daß die Druckkompensationsleitung (27) zum Ableiten von rücklaufseitiger Druckflüssigkeit geöffnet ist.
2. Schaltung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Sperrglied (30), das die Druckkompensationsleitung (27) im Parallelbetrieb zumindest in Ableitrichtung sperrt, wenn der Rücklaufdruck kleiner als der vorgegebene Grenzwert ist, und öffnet, wenn der Rücklaufdruck größer als der vorgegebene Grenzwert ist.
3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrglied (30) die Druckkompensationsleitung (27) im Reihbetrieb öffnet.
4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkompensationsleitung (27) die Parallelschaltung eines ersten Ventils (29), das bei Überdruck in der Verbindungsleitung (26) in Ableitrichtung öffnet, und eines zweiten Ventils

(28), das bei Kavitation in der Verbindungsleitung (26) in Gegenrichtung öffnet, aufweist und im Normalbetrieb über ein Richtungsventil (17) mit der rücklaufseitigen Motorleitung (4) verbunden ist.

5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkompensationsleitung (27) über eine Ablaufleitung (23), die eine Drosselblende (25) aufweist, mit einem Behälter (9) verbunden ist.

6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselblende (25) auswechselbar ist.

7. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkompensationsleitung (27) über ein Richtungsventil (17) mit der vorlaufseitigen Motorleitung (5) verbindbar ist, wenn der Rücklaufdruck den Vorlaufdruck übersteigt.

8. Schaltung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe mit der Drosselblende (25) ein Ablaufventil (24) angeordnet ist, das bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzdrucks öffnet.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

